

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. Бекетова**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**з дисципліни**

**«Інженерна аероекологія міст»**

**до виконання курсової роботи**

**РОЗРАХУНОК РОЗСІЯННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ  
РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ**

*(для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності  
7.04010601 – Екологія та охорона навколишнього середовища)*

Методичні вказівки з дисципліни «Інженерна аероекологія міст» до виконання курсової роботи «Розрахунок розсіяння забруднюючих речовин в атмосферному повітрі» ( для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 7.04010601 – Екологія та охорона навколишнього середовища) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: В. Є. Бекетов, Г. П. Євтухова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 34 с.

Укладачі: В. Є. Бекетов  
Г. П. Євтухова

Рецензент: д.т.н., проф. Ф. В. Стольберг

Рекомендовано кафедрою міських та регіональних екосистем,  
протокол № 2 від 08.10.14 р.

## ЗМІСТ

<b>1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>2 ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ.....</b>	<b>4</b>
<b>3 РОЗРАХУНОК РОЗСІЯННЯ У ПРИЗЕМНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН, ЩО МІСТЯТЬСЯ У ВИКИДАХ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА .....</b>	<b>5</b>
<i>3.1 Визначення концентрації забруднюючої речовини <math>C_m</math> .....</i>	<i>5</i>
<i>3.2 Визначення відстані від джерела викидів <math>X_m</math>.....</i>	<i>8</i>
<i>3.3 Визначення небезпечної швидкості вітру <math>U_m</math>.....</i>	<i>8</i>
<i>3.4 Визначення концентрації <math>C_x</math>.....</i>	<i>9</i>
<i>3.5 Визначення концентрації <math>C_y</math>.....</i>	<i>9</i>
<b>4 РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВИКИДАМИ ГРУПИ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>10</b>
<b>5 РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ З УРАХУВАННЯМ ЕФЕКТУ СУМАЦІЇ ШКІДЛИВОЇ ДІЇ КІЛЬКОХ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....</b>	<b>10</b>
<b>6 ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ ПІДПРИЄМСТВА .....</b>	<b>11</b>
<b>7 ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКІВ НА ЕОМ .....</b>	<b>12</b>
<b>8 ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ.....</b>	<b>12</b>
<i>8.1 Розрахунок розсіяння у приземному шарі атмосфери забруднюючих речовин, що містяться у викидах джерел.....</i>	<i>12</i>
<i>8.2 Побудова ізоліній концентрацій заданого рівня .....</i>	<i>13</i>
<i>8.3 Побудова нормативної, розрахункової відкоригованої санітарно- захисної зони.....</i>	<i>14</i>
<i>8.4 Висновки .....</i>	<i>14</i>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>15</b>
<b>Список літератури.....</b>	<b>33</b>

## **1 Загальні положення**

У повітряний басейн міст з викидами промислових підприємств та автотранспорту надходять за рік кілька сотень, а іноді й тисяч тонн різних шкідливих речовин. Формування рівня забруднення атмосферного повітря залежить від кількох факторів: кількісного та якісного складу промислових викидів, їх періодичності, умов виходу газоповітряної суміші з джерела викиду, кліматичних та ін.

Щоб оцінити якість атмосферного повітря, треба зробити розрахунок концентрацій шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери. Рівень забруднення атмосферного повітря регламентується гранично допустимими концентраціями шкідливих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів, дотримання яких забезпечується гранично допустимими викидами та тимчасово-допустимими викидами шкідливих речовин від джерел забруднення промислових підприємств, фоновими концентраціями.

Мета цієї курсової роботи - оволодіти сучасними методиками розрахунку розсіювання шкідливих речовин у приземному шарі атмосферного повітря, навчитися аналізувати екологічну ситуацію та знаходити шляхи вирішення поліпшення стану атмосферного повітря.

При виконанні курсової роботи слід користуватися матеріалами, наведеними у списку літератури цих методичних вказівок.

## **2 Завдання до курсової роботи**

Для виконання курсової роботи необхідні такі вихідні дані:

- ситуаційний план-схема підприємства з нанесеними джерелами викидів;
- параметри розрахункового прямокутника;
- координати джерел;
- параметри джерел викидів: діаметр, висота гирла димових труб, швидкість виходу з гирла джерела викиду, температура, об'ємна витрата, кількість викидів від кожного джерела;
- роза вітрів на вісім румбів для літнього періоду року;
- значення фонових концентрацій забруднюючих речовин;
- температура атмосферного повітря для теплого періоду року;

Перелік наведеної інформації містить індивідуальне завдання до курсової роботи, варіант якого одержує кожний студент. Зразок індивідуального завдання наведено в ДОДАТКУ 1.

Виконану курсову роботу слід оформити у вигляді пояснювальної записки.

Пояснювальна записка курсової роботи складається з розрахункової та графічної частин.

Розрахункова частина включає:

- індивідуальне завдання до курсової роботи;

- схема розрахункового прямокутника із заданим кроком;
- розрахункові формули та розрахунок розсіювання шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери з урахуванням ефекту сумації шкідливої дії цих речовин у кожному вузлі (точці) прямокутника;
- зведену таблицю результатів розрахунку з урахуванням фонові концентрації забруднюючих речовин.

Графічна частина включає:

- таблицю залежності концентрацій забруднюючих речовин від відстані від джерела викиду з кроком перебору напрямів 45°;
- допоміжні графіки залежності  $C = f(L)$  для усіх напрямів ( 8 румбів) щодо визначення координат точок, за якими будуються ізолінії концентрацій у частках ГДК заданого рівня;
- зведену таблицю щодо побудови ізолінії концентрацій заданого рівня;
- карту-схему ізолінії концентрацій заданого рівня;
- карту-схему щодо коригування розмірів розрахункової СЗЗ;
- карту-схему нормативної і відкоригованої розрахункової СЗЗ;
- підсумкову ситуаційну карту-схему промплощини підприємства, на якій надані: джерела викиду, нормативна, розрахункова, розрахункова відкоригована і фактична СЗЗ, межі території підприємства і житла.

### **3 Розрахунок розсіювання у приземному шарі атмосфери забруднюючих речовин, що містяться у викидах промислового підприємства**

Рівень небезпеки забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств визначається значеннями концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери з урахуванням фонові концентрації.

Методика розрахунку концентрацій забруднюючих речовин базується на визначенні концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери [1].

#### **3.1 Визначення концентрації забруднюючої речовини $C_m$**

Найбільше значення концентрації забруднюючої речовини  $C_m$ , що викидається з одиночного джерела з круглим гирлом при НМУ на відстані  $X_m$ , встановлюється за формулою

$$C_m = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (1)$$

де  $A$  – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери;

$M$  – вагові витрати забруднюючої речовини, г/с ;

$F$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин у повітрі;

$m$  и  $n$  – безрозмірні коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду;

$\eta$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості. Якщо місцевість має перепади висот не більше 50 метрів на 1 км ,  $\eta=1$ ;

$H$  – висота джерела викиду над рівнем землі, м;

Об'ємну витрату газоповітряної суміші -  $V$  ( $m^3/c$ ) розраховують за

формулою

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0 ,$$

де  $D$  – діаметр гирла джерела викиду, м;

$\omega_0$  – швидкість виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду, м/с;

$\Delta T$  – різниця між температурою газоповітряної суміші –  $T_2$ , що викидається з гирла джерела, і температурою атмосферного повітря –  $T_a$ , °C.

### 3.1.1 Значення коефіцієнта $A$

Значення коефіцієнта  $A$  для України приймають рівним 160-200 (при НМУ, коли концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі має найбільше значення).

### 3.1.2 Значення $M$ та $V$

Значення  $M$  та  $V$  при проектуванні підприємства розраховують у технологічній частині проекту або приймають на підставі діючих для технологічного процесу нормативів. У розрахунках приймають такі значення  $M$  та  $V$ , при яких буде найбільше значення  $C_m$ . Якщо є обладнання для уловлювання забруднюючих речовин, то значення  $M$  приймають відповідно до вмісту забруднюючих речовин у газоповітряної суміші після очищення.

### 3.1.3 Значення $\Delta T$

Для визначення  $\Delta T, ^\circ C$  приймають температуру атмосферного повітря  $T_a, ^\circ C$  , що дорівнює середній найбільшій температурі атмосферного повітря

найбільш жаркого місяця року за [2], а температуру газоповітряної суміші  $T_2$  - за діючими для технологічного процесу нормативами.

### 3.1.4 Значення коефіцієнта $F$

Значення безрозмірного коефіцієнта  $F$  приймають:

а) для газоподібних забруднюючих речовин і дрібнодисперсних аерозолів (пил, зола та ін., швидкість осідання яких практично дорівнює нулю)  $F = 1$ ;

б) для дрібнодисперсних аерозолів, крім вказаних вище, якщо коефіцієнт очистки викидів  $\eta \geq 90\%$  -  $F = 2$ ; якщо  $75\% \leq \eta < 90\%$  -  $F = 2,5$ ; якщо  $\eta < 75\%$  та при відсутності очистки -  $F = 3$ .

### 3.1.5 Значення коефіцієнтів $m$ і $n$

Значення коефіцієнтів  $m$  та  $n$  розраховують залежно від параметрів  $f$ ,  $V_m$ ,  $V'_m$ ,  $f_e$  за формулами

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T};$$

$$V_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}};$$

$$V_m^1 = 1,3 \frac{\omega D}{H};$$

$$f_e = 800 (V_m^1)^3.$$

Коефіцієнт  $m$  визначають залежно від  $f$  за формулами

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad \text{при} \quad f < 100,$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при} \quad f \geq 100.$$

Якщо  $f_e < f < 100$  - значення коефіцієнта  $m$  встановлюють при  $f = f_e$ .

Коефіцієнт  $n$  при  $f < 100$  визначають залежно від  $V_m$ :

$$n = 1 \quad \text{при} \quad V_m \geq 2;$$

$$n = 0,532V_m^2 - 2,13V_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq V_m < 2;$$

$$n = 4,4V_m \quad \text{при } V_m < 0,5.$$

### 3.2 Визначення відстані від джерела викидів $X_m$

Відстань  $X_m$  (м) від джерела викидів, на якій приземна концентрація  $C_m$  (мг/м<sup>3</sup>) при НМУ має найбільше значення, знаходять за формулою

$$X_m = \frac{5 - F}{4} dH,$$

де безрозмірний коефіцієнт  $d$  при  $f < 100$  розраховують за формулами

$$d = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } V_m \leq 0,5;$$

$$d = 4,95V_m(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0,5 < V_m \leq 2;$$

$$d = 7\sqrt{V_m}(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } V_m > 2.$$

При  $f > 100$  або  $T \cong 0$  значення  $d$  знаходять за формулами

$$d = 5,7 \quad \text{при } V'_m \leq 0,5;$$

$$d = 11,4 V'_m \quad \text{при } 0,5 < V'_m \leq 2;$$

$$d = 16 \sqrt{V_m^1} \quad \text{при } V'_m > 2.$$

### 3.3 Визначення небезпечної швидкості вітру $U_m$

Небезпечну швидкості вітру  $U_m$  (м/с) на рівні флюгера (це 10м від рівня землі), при якій приземна концентрація забруднюючих речовини має найбільше значення, при  $f < 100$  знаходять за формулами

$$U_m = 0,5 \quad \text{при } V_m \leq 0,5;$$

$$U_m = V_m \quad \text{при } 0,5 < V_m \leq 2;$$

$$U_m = V_m^1(1 + 0,12\sqrt{f}) \quad \text{при } V_m > 2.$$



При  $f > 100$  або  $T \cong 0$  значення  $U_m$  розраховують за формулами

$$\begin{aligned} U_m &= 0,5 && \text{при } V'_m < 0,5; \\ U_m &= V'_m && \text{при } 0,5 < V'_m < 2; \\ U_m &= 2,2 V'_m && \text{при } V'_m > 2. \end{aligned}$$

### 3.4 Визначення концентрації $C_x$

Концентрацію забруднюючих речовин в атмосферному повітрі  $C_x$  ( $мг/м^3$ ) уздовж осі факела викиду на різних відстанях  $X$  ( $м$ ) від джерела викиду, коли швидкість вітру небезпечна, визначають за формулою

$$C_x = S_1 \cdot C_m ,$$

де  $S_1$  безрозмірний коефіцієнт, що визначається залежно від співвідношення  $X/X_m$  та коефіцієнта  $F$  за формулами

$$S_1 = 3(X / X_m)^4 - 8(X / X_m)^3 + 6(X / X_m)^2 \quad \text{при } X / X_m \leq 1$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 (X / X_m)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < (X / X_m) \leq 8$$

$$S_1 = (X / X_m) / [3,58(X / X_m)^2 - 35,2(X / X_m) + 120] \quad \text{при } F \leq 1,5 \text{ і } X/X_m > 8;$$

$$S_1 = 1 / [0,1(X / X_m)^2 + 2,47(X / X_m) - 17,8] \quad \text{при } F > 1,5 \text{ і } X / X_m > 8 .$$

### 3.5 Визначення концентрації $C_y$

Приземну концентрацію забруднюючої речовини в атмосферному повітрі  $C_y$  ( $мг/м^3$ ) на відстані  $y$  ( $м$ ) за перпендикуляром до осі факелу викиду визначають за формулою

$$C_y = S_2 C_x ,$$

де  $S_2$  – безрозмірний коефіцієнт визначається за формулою

$$S_2 = \frac{1}{(1+5t_y+12,8t_y^2+17t_y^3+45,1t_y^4)^2}$$

Значення аргументу  $t_y$  залежить від швидкості вітру  $U$  (м/с) та від співвідношення  $y/x$  и знаходять за формулами

$$t_y = \frac{U y^2}{X^2} \quad \text{при } U \leq 5;$$

$$t_y = \frac{5 y^2}{X^2} \quad \text{при } U > 5.$$

#### 4 Розрахунок забруднення атмосфери викидами групи джерел

Приземну концентрацію забруднюючої речовини у будь-якій точці  $C$  (мг/м<sup>3</sup>) при наявності  $n$  джерел визначають як суму концентрацій від окремих джерел викидів :

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n ,$$

де  $C_1, C_2, \dots, C_n$ - концентрації забруднюючих речовин від 1,2,...,  $n$ -го джерела відповідно, які розташовані з підвітряної сторони при даному напрямку вітру.

#### 5 Розрахунок забруднення атмосфери з урахуванням ефекту сумації шкідливої дії кількох забруднюючих речовин

Якщо кілька забруднюючих речовин знаходяться в атмосферному повітрі одночасно і володіють ефектом сумації, то сумарна безрозмірна концентрація  $q$ , або приведена до одної з речовин (наприклад до  $C_1$ ) сумарна концентрація  $C$  (мг/м<sup>3</sup>) розраховується за формулами

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n};$$

$$C = C_1 + C_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + C_n \frac{ГДК_1}{ГДК_n}, \text{ мг/м}^3,$$

де  $C_1, C_2, C_i$  – концентрація викидів з джерела кожної з  $n$  речовин, мг/м<sup>3</sup>;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$  – максимальні разові граничнодопустимі концентрації відповідних речовин.

Якщо кілька забруднюючих речовин надходять з джерела одночасно і вони володіють ефектом сумації, то найбільше значення концентрації забруднюючої речовини в атмосферному повітрі  $C_m$ , визначене за формулою (1), буде безрозмірним або приведеним до речовини з концентрацією  $C_1$  и

$\Gamma ДК_1$  и мати розмірність  $мг/м^3$  якщо у формулу (1) підставити потужність викиду відповідно  $M_q$  або  $M$ :

$$M_q = \frac{M_1}{\Gamma ДК_1} + \frac{M_2}{\Gamma ДК_2} + \dots + \frac{M_n}{\Gamma ДК_n};$$

$$M = M_1 + M_2 \frac{\Gamma ДК_1}{\Gamma ДК_2} + \dots + M_m \frac{\Gamma ДК_1}{\Gamma ДК_n}$$

де  $M_1, M_2, \dots, M_n$  – концентрація потужності викидів з джерела кожної з  $n$  речовин, які входять до групи сумачії,  $г/с$ ;

$M_q$  – безрозмірна потужність викиду з джерела для речовин з ефектом сумачії;

$M$  – приведена (до речовини з концентрацією  $C_1$ ) потужність викиду з джерела,  $г/с$ ;

Розрахунок сумарної безрозмірної концентрації  $q$  в атмосферному повітрі щодо  $n$  джерел викидів та  $m$  забруднюючих речовин з ефектом сумачії визначається за формулою

$$q = \frac{C_{11} + C_{12} + \dots + C_{1n} + C_{1\phi}}{\Gamma ДК_1} + \frac{C_{21} + C_{22} + \dots + C_{2n} + C_{2\phi}}{\Gamma ДК_2} + \dots + \frac{C_{m1} + C_{m2} + \dots + C_{mn} + C_{m\phi}}{\Gamma ДК_m},$$

де  $C_{11}, C_{12}, C_{13}, \dots, C_{mn}$  – концентрація речовини, де в індексі перша цифра – номер речовини, друга – номер джерела викиду,  $мг/м^3$ ;

$C_\phi$  – фонові концентрації,  $мг/м^3$ .

## 6 Визначення межі санітарно-захисної зони підприємства

Розміри нормативної санітарно-захисної зони (**СЗЗ**)  $l_o(m)$ , що встановлюються державними санітарними нормами проектування та забудови населених пунктів, необхідно перевіряти розрахунками забруднення атмосфери відповідно до вимог [4] з урахуванням перспективи розвитку підприємства та фактичного забруднення атмосферного повітря.

Одержані розрахунком розміри  $L_o(m)$  (лінія  $1\Gamma ДК$ ) розрахункової **СЗЗ** повинні уточнюватися окремо для різних напрямків вітру залежно від середньорічної рози вітрів щодо району розташування підприємства за формулою

$$l = L_o (P/P_o),$$

де  $l$  – розрахунковий розмір **СЗЗ**,  $м$ ;

$L_0$  – розрахунковий розмір ділянки місця розташування підприємства в даному напрямку, де концентрації шкідливих речовин з урахуванням фонові концентрації перевищують гранично допустиму, м;

$P$  – середньорічна повторюваність напрямків вітру даного румбу, %;

$P_0$  – повторюваність напрямків вітру одного румбу при круговій розі вітрів. При восьмирумбовій розі вітрів  $P=12,5\%$ .

Значення  $l$  та  $L_0$  відраховують від джерела викиду (при наявності одного джерела викиду). У випадку двох і більше джерел для визначення  $l$  та  $L_0$  беруть середньозважені координати джерел, які викидають в атмосферне повітря однакові забруднюючі речовини. Приклад визначення середньозважених координат наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – СЕРЕДНЬОЗВАЖЕНІ КООРДИНАТИ ДЖЕРЕЛ

№ ДЖЕРЕЛА	КООРДИНАТИ ДЖЕРЕЛА		СЕРЕДНЬОЗВАЖЕНІ КООРДИНАТИ ДЖЕРЕЛ	
	X	Y	$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2}{2}$	$\bar{Y} = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$
1	0	0	0	50
2	0	100		

## 7 Виконання розрахунків на ЕОМ

Вирішення завдання на ЕОМ виконують тільки після закінчення ручних розрахунків і графічних побудов. Результаті розрахунків на ЕОМ слід внести у графу 8 таблиці, яка надана у ДОДАТКУ 3.

## 8 Послідовність виконання роботи

### 8.1 Розрахунок розсіювання у приземному шарі атмосфери забруднюючих речовин, що містяться у викидах джерел

Цей розрахунок слід проводити в такий послідовності:

- створити карту-схему, на яку необхідно нанести згідно із завданням територію підприємства, джерела викидів, координатну сітку, розрахунковий прямокутник з розрахунковою сіткою. Вузли (точки) розрахункової сітки необхідно пронумерувати і номери точок нанести на карту-схему. Зразок карти-схеми наведено на у ДОДАТКУ 2;

- зробити розрахунок  $C_m$  (мг/м<sup>3</sup> і частка ГДК) – найбільшого значення приземної концентрації для кожної забруднюючої речовини і для речовин с ефектом сумачії від кожного джерела викиду;

- зробити розрахунок  $U_m$  (м/с) – небезпечної швидкості вітру для кожного джерела викиду;

- зробити розрахунок  $X_m$  (м) – відстані від кожного джерела викиду, на якій приземна концентрація має найбільше значення ;

- зробити розрахунок  $C_x$  (мг/м<sup>3</sup> і частка ГДК) – значення приземної концентрації для кожної шкідливої речовини і для речовин з ефектом сумачії від кожного джерела викиду уздовж осі факела викиду на різних відстанях  $x$  (м) від джерела викиду, коли швидкість вітру небезпечна;

- зробити розрахунок  $C_y$  (мг/м<sup>3</sup> і частка ГДК) – значення приземної концентрації для кожної шкідливої речовини і для речовин з ефектом сумачії від кожного джерела викиду на відстані  $y$  (м) за перпендикуляром до осі факелу викиду, коли швидкість вітру небезпечна;

- зробити розрахунок  $C$  (частка ГДК) – значення приземної концентрації у вузлах розрахункового прямокутника для кожної шкідливої речовини і для речовин з ефектом сумачії з урахуванням фонові концентрації від усіх джерел викиду. Результати розрахунків  $C$  (частка ГДК) приземної концентрації в точках (вузлах) розрахункової сітки внести в таблицю. Зразок таблиці результатів розрахунків наведено у ДОДАТКУ 3 .

При розрахунках  $C_x$  і  $C_y$  відстань  $x$  і  $y$  брати з метою визначення концентрацій у вузлах сітки розрахункового прямокутника і заданого напрямку осей факела: восьмирумбові симетричні промені, які виходять з центру розрахункового прямокутника.

## **8.2 Побудова ізоліній концентрацій заданого рівня**

Побудову ізоліній концентрацій заданого рівня слід проводити в такий послідовності:

- за даними результатів розрахунків (ДОДАТОК 3) створити таблицю вихідних даних для побудови залежності  $c=f(L)$  – концентрації від відстані до джерела викиду  $c$  – кроком перебору напрямків 45° (ДОДАТОК 4);

- за даними таблиці вихідних даних (ДОДАТОК 4) побудувати графіки  $c=f(L)$  – залежності концентрації від відстані до джерела викиду - для восьми напрямків (ДОДАТКИ 5-9);

- за графіками  $c=f(L)$  (ДОДАТКИ 5-9) знайти відстані  $L$  (м), які відповідають заданим концентраціям згідно із завданням (згідно із завданням-зразка – 0,7; 0,8 і 1ГДК) для восьми напрямків. Приклад знаходження точок для напрямку „Північ-Схід” показано в ДОДАТКУ 10;

- знайдені відстані  $L$  (м) до точок із заданою концентрацією дати у табличному вигляді (ДОДАТОК 11);

- побудувати карту ізоліній заданого рівня – на розрахунковому прямокутнику (ДОДАТОК 1) нанести знайдені точки з таблиці (ДОДАТОК 11) и з'єднати точки однакового рівня концентрації. Зразок побудови карти ізоліній 0,7; 0,8 і 1ГДК наведено в ДОДАТОКУ 12.

### **8.3 Побудова нормативної, розрахункової відкоригованої санітарно-захисної зони**

#### **8.3.1 Побудова нормативної і розрахункової СЗЗ**

Межа нормативної СЗЗ підприємства знаходиться на відстані  $L_o$  (м) від крайніх джерел викиду забруднюючих речовин і регламентується *Державними санітарними правилами проектування та забудови населених міст* [4]. Межа розрахункової СЗЗ визначається розрахунком і відповідає ізолінії **1 ГДК**. Зразок побудови нормативної і розрахункової санітарно-захисної зони (**1 ГДГ**) наведено у ДОДАТКУ 13.

#### **8.3.2 Побудова розрахункової (скоригованої) і фактичної СЗЗ**

Побудову відкоригованої СЗЗ слід проводити в такий послідовності:

- на карту-схему розрахункового прямокутника нанести ізолінію **1 ГДК** і точку середньозважених координат джерел, визначити довжину відрізка  $L_o$  і  $l$  (згідно з п. 6) і нанести  $L_o$  и  $l$  на карту-схему. Скоригувати і нанести на карту-схему ізолінію **1 ГДК** з урахуванням зміни  $L_o$  на  $l$ . Визначення відрізків  $L_o$  і  $l$  і побудова скоригованої ізолінії **1 ГДК** наведено у ДОДАТКАХ 14 і 15.

#### **8.3.3 Побудова підсумкової ситуаційної карті схема підприємства**

Підсумкова карта-схема є результатом виконання завдання. На карті-схемі необхідно вказати:

- розрахункову сітку;
- джерела викиду;
- межі території підприємства;
- межі забудованої території;
- нормативну СЗЗ;
- скориговану розрахункову СЗЗ;
- дійсну (фактичну) СЗЗ підприємства.

Зразок підсумкової карти-схеми наведено в ДОДАТКУ 16.

### **8.4 Висновки**

У висновках слід дати коротку інформацію про здійснені роботи при виконанні завдання і про здобуті результати. Дати аналіз результатів розрахунків забруднення атмосферного повітря і при необхідності - рекомендації щодо поліпшення екологічної ситуації.

## **ДОДАТКИ**

## ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ

"РАСЧЕТ РАССЕИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ"											
по дисциплине "Инженерная аэроэкология"											
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:			A=180; T <sub>max</sub> =25,1; T <sub>min</sub> =-8; V= 5,6м/с .						ВАРИАНТ №		
1)Характеристика источников выбросов:										Табл.1	
№ источника	Высота источника, м	Диаметр устья трубы, м	Координаты источника		Скорость, м/с	Объемный расход газа, м³/с	Температура ,°C	Название вещества	Мощность выброса, г/с		
			X	Y							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	20	0,3	0	0	9,9		140	Азота двуокись	0,2		
								Ангидрид сернистый	1,5		
2	35	0,3	0	100	12,0		110	Азота двуокись	0,13		
								Ангидрид сернистый	0,6		
2) Фоновая концентрация (доли ПДК):						Азота двуокись - 0,1; Ангидрид сернистый - 0,2.					
3) Размеры расчетного прямоугольника:						1000х1000м. Координаты центра: X=0; Y=0.					
4) Шаг расчетной сетки по осям X и Y - 100 м.											
5)Роза ветров для промплощадки:											
			С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	С-З	
			9,5	9,0	7,5	8,5	11,5	25,0	18,0	10,5	

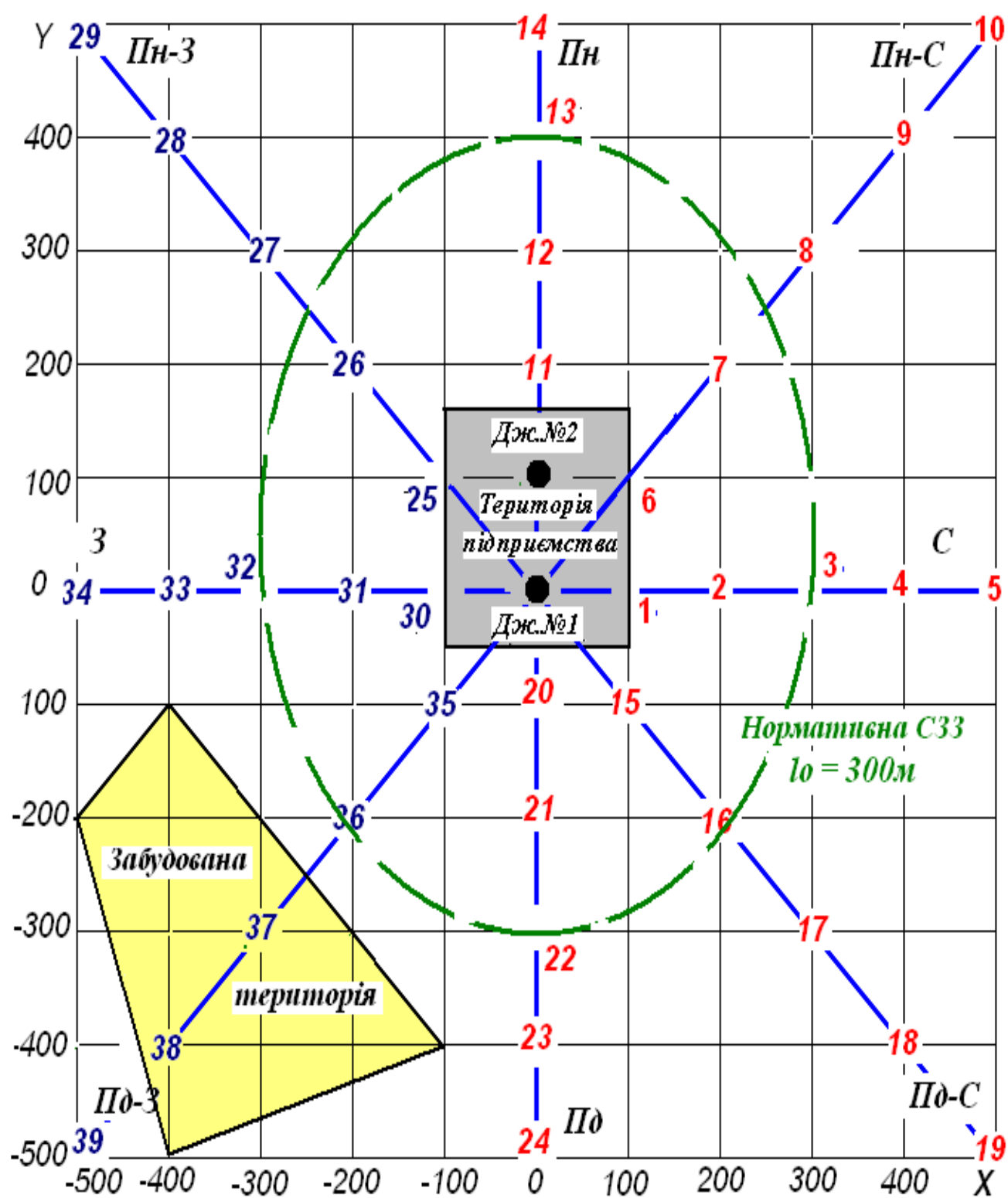


**ДОДАТОК 1**  
**(продовження)**

17

6)Класс предприятия в соответствии с санитарной классификацией - "третий"							
7)Жилой массив - четырехугольник с координатами вершин: $X_1 = -400$ ; $Y_1 = -100$ ; $X_2 = -100$ ; $Y_2 = -400$ ; $X_3 = -400$ ; $Y_3 = -500$ ; $X_4 = -500$ ; $Y_4 = -400$ ;							
8) Территория предприятия - прямоугольник с координатами вершин: $X_1 = 100$ ; $Y_1 = 150$ ; $X_2 = -100$ ; $Y_2 = -50$ ; $X_3 = -50$ ; $Y_3 = -50$ ; $X_4 = -50$ ; $Y_4 = 150$ ;							
<b><u>ЗАДАЧА:</u></b>							
1)Составить карту-схему расчетной площадки по исходным данным указанного варианта.							
2)Расчитать концентрации $SO_2$ и $NO_2$ от <b>двух</b> источников с учетом эффекта суммации и фоновой концентрации. Расчеты выполнить с шагом поиска опасного направления ветра 45 градусов (для узлов расчетного прямоугольника, лежащих на лучах восьмирумбовой розы ветров с центром в координатах $X=Y=0$ ). Результаты расчета занести в таблицу 2 (графы 1-7).							
3)Построить на карте-схеме изолинии концентраций 0,7; 0,8 и 1 ПДК для суммации " $SO_2$ и $NO_2$ ".							
4)Нанести на карту-схему нормативную, расчетную , откорректированную (с учетом розы ветров) и фактическую СЗЗ, границы жилой застройки и территории предприятия.							
5)Выполнить расчеты рассеивания загрязняющих веществ по программе "ЭОЛ+". По результатам машинного расчета заполнить графу 8 таблицы 2..							
6)Сделать выводы по результатам выполненной работы.							
						Табл.2	
№ точки	Координаты точки		Концентрация в точке, доли ПДК				
	X	Y	Ист.1	Ист. 2	Фон	Ист.1+Ист.2+фон	
						расчет	расчет (ЭВМ)
1	2	3	4	5	6	7	8

## ВИХІДНА СИТУАЦІЙНА КАРТА-СХЕМА ПІДПРИЄМСТВА



## ДОДАТОК 3

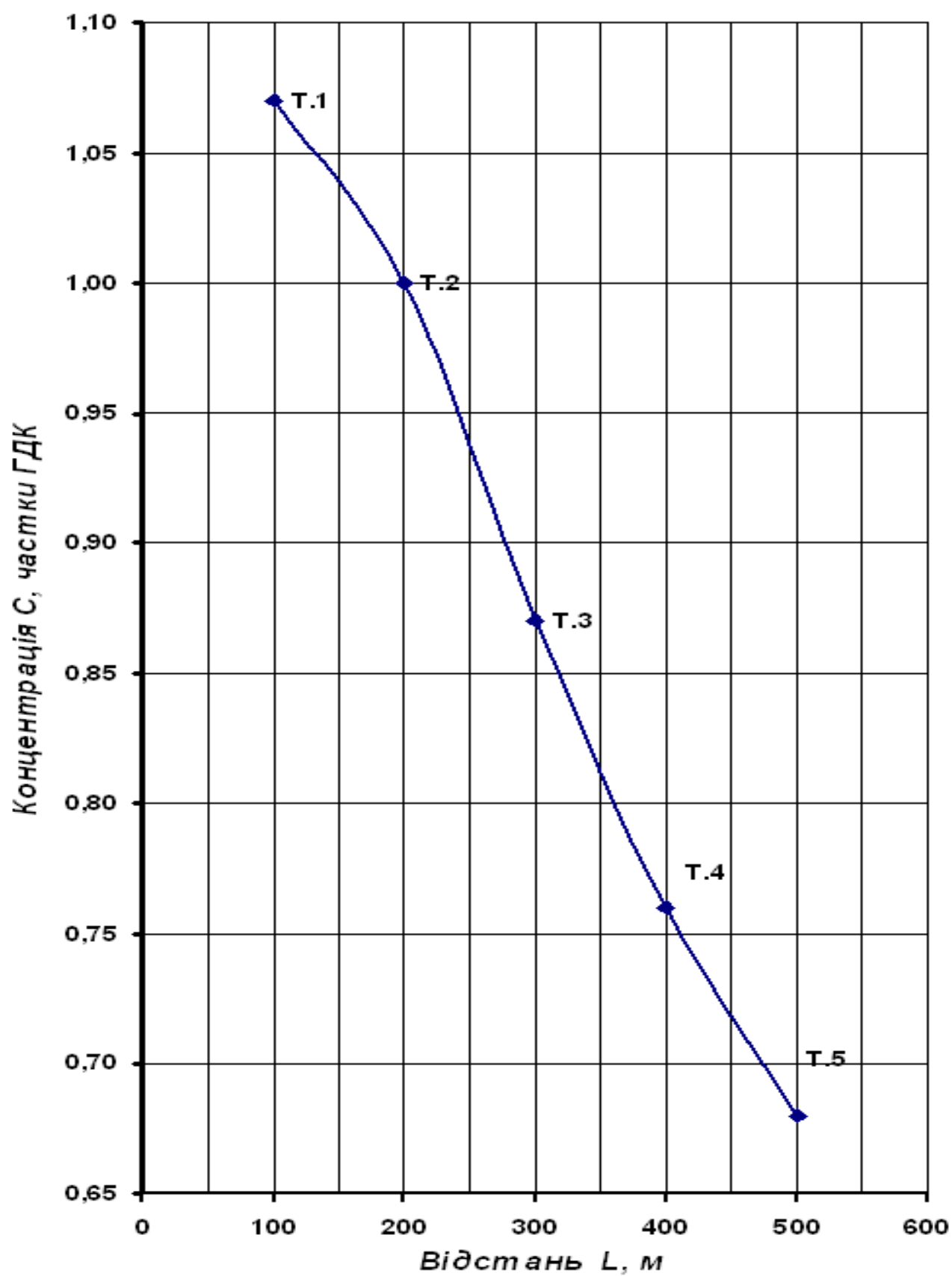
РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ КОНЦЕНТРАЦІЙ У ВУЗЛАХ  
РОЗРАХУНКОВОЇ СІТКИ

№ точки	Координати, м		Концентрація в точці, частки ГДК				
	X	Y	Дж.1	Дж.2	Фон	Дж.1+ дж.2 +фон	
						расчет	ЭВМ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	100	0	0,77	0,00	0,3	1,07	
2	200	0	0,69	0,01	0,3	1,00	
3	300	0	0,52	0,05	0,3	0,87	
4	400	0	0,42	0,04	0,3	0,76	
5	500	0	0,33	0,05	0,3	0,68	
6	100	100	0,78	0,00	0,3	1,08	
7	200	200	0,55	0,05	0,3	0,90	
8	300	300	0,40	0,06	0,3	0,76	
9	400	400	0,28	0,07	0,3	0,65	
10	500	500	0,20	0,06	0,3	0,56	
11	0	200	0,69	0,12	0,3	1,11	
12	0	300	0,53	0,16	0,3	0,99	
13	0	400	0,42	0,12	0,3	0,84	
14	0	500	0,32	0,11	0,3	0,73	
15	100	-100	0,72	0,11	0,3	1,13	
16	200	-200	0,55	0,08	0,3	0,93	
17	300	-300	0,39	0,07	0,3	0,76	
18	400	-400	0,28	0,06	0,3	0,64	
19	500	-500	0,20	0,05	0,3	0,55	
20	0	-100	0,77	0,16	0,3	1,23	
21	0	-200	0,71	0,11	0,3	1,12	
22	0	-300	0,53	0,11	0,3	0,94	
23	0	-400	0,42	0,09	0,3	0,81	
24	0	-500	0,32	0,08	0,3	0,70	
25	-100	100	0,78	0,00	0,3	1,08	
26	-200	200	0,55	0,05	0,3	0,90	
27	-300	300	0,40	0,06	0,3	0,76	
28	-400	400	0,28	0,07	0,3	0,65	
29	-500	500	0,20	0,06	0,3	0,56	
30	-100	0	0,77	0,00	0,3	1,07	
31	-200	0	0,69	0,01	0,3	1,00	
32	-300	0	0,52	0,05	0,3	0,87	
33	-400	0	0,42	0,04	0,3	0,76	
34	-500	0	0,33	0,05	0,3	0,68	
35	-100	-100	0,78	0,05	0,3	1,13	
36	-200	-200	0,52	0,11	0,3	0,93	
37	-300	-300	0,39	0,07	0,3	0,76	
38	-400	-400	0,28	0,06	0,3	0,64	
39	-500	-500	0,20	0,05	0,3	0,55	

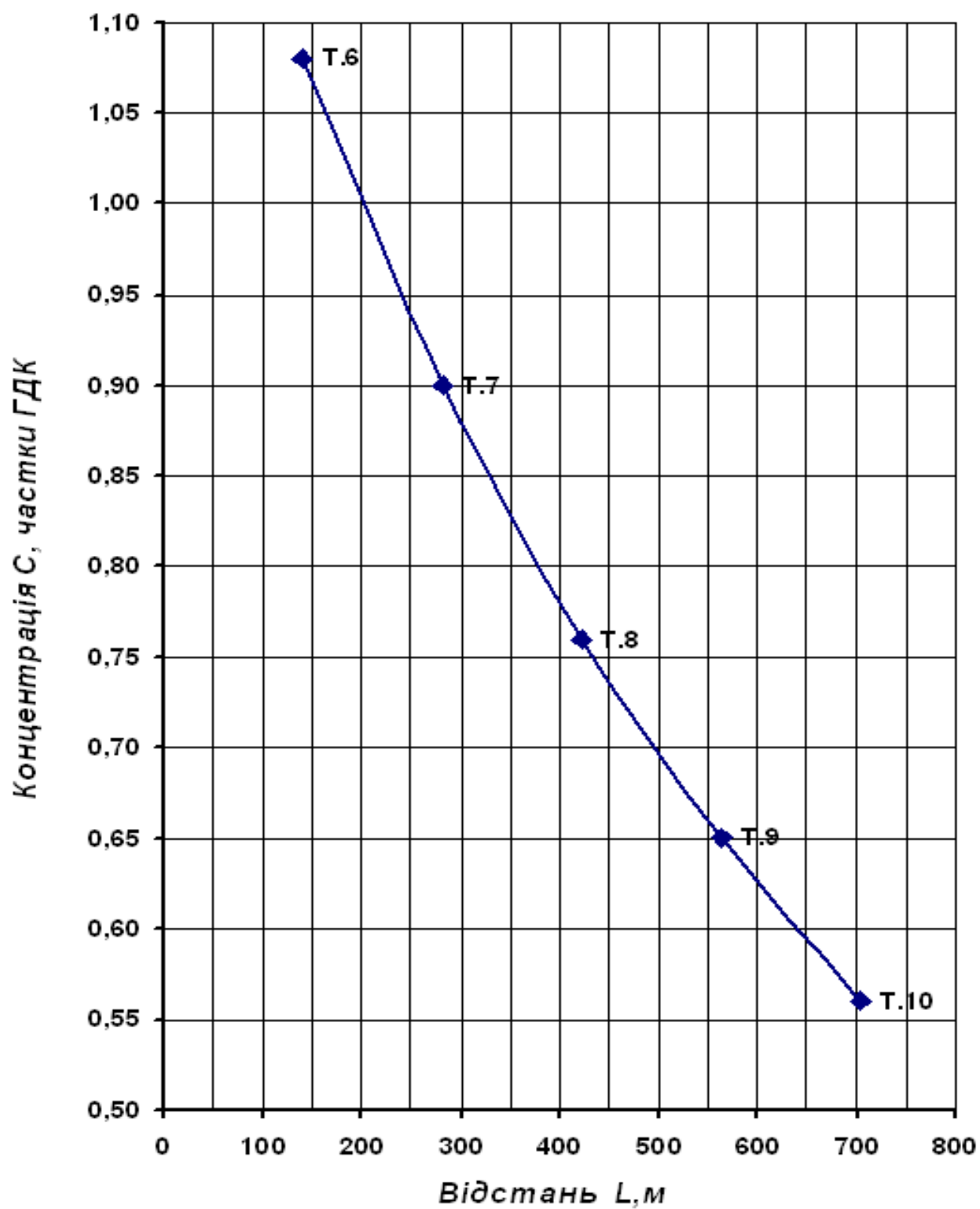
## ДОДАТОК 4

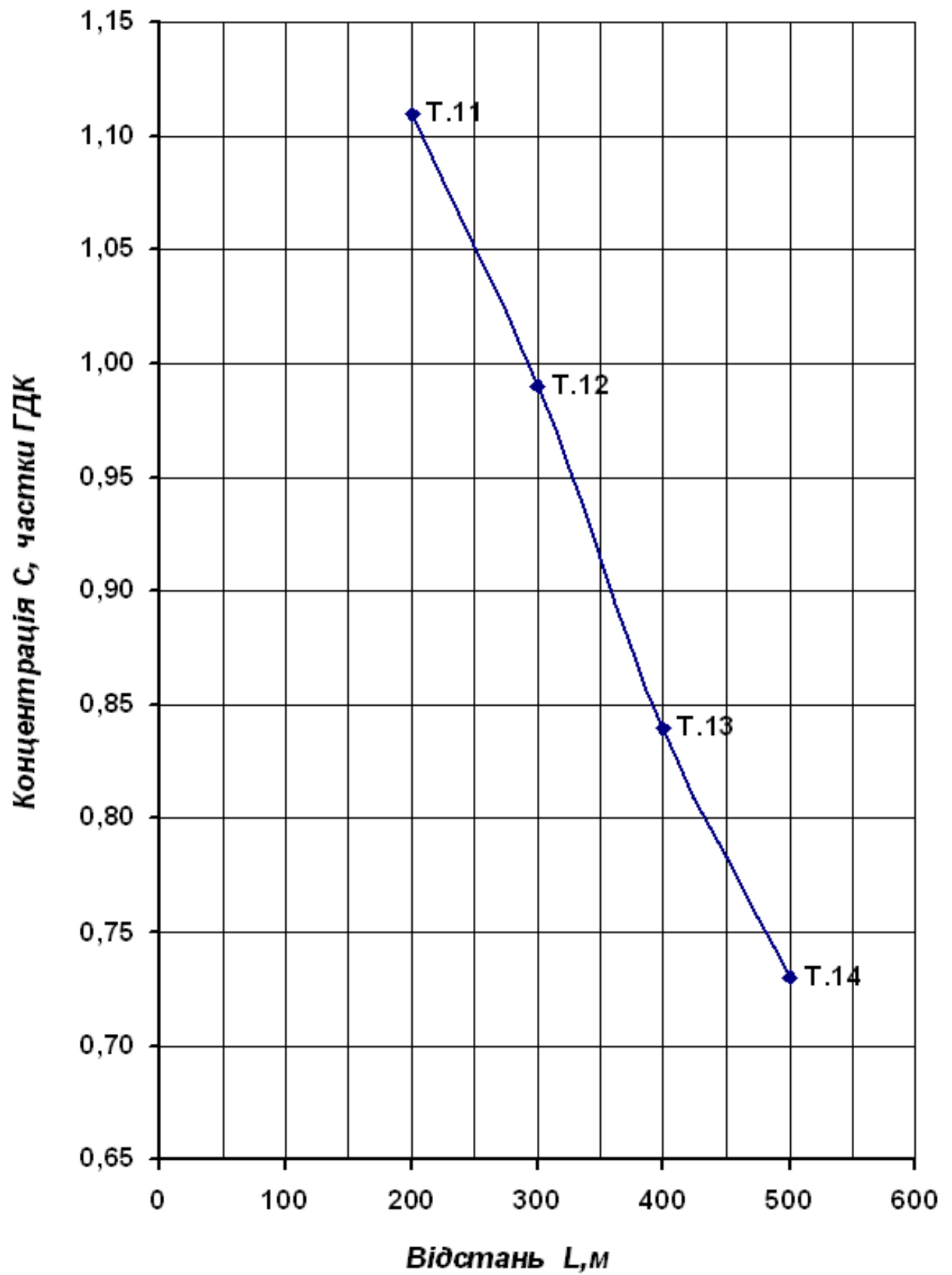
**ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ЗАЛЕЖНОСТІ  $C=f(L)$   
 КОНЦЕНТРАЦІЇ ВІД ВІДСТАНІ ДО ДЖЕЛЕЛА ВИКИДУ  
 (крок перебору напрямків 45о)**

№ точки	РУМБ	Координати точки		Конц. в точці С, частки ГДК	Відстань L, м
		Х, м	У, м		
1	2	3	4	5	6
1(30)	<b>С ХІД (ЗАХІД)</b>	100(-100)	0(0)	1,07	100
2(31)		200(-200)	0(0)	1	200
3(32)		300(-300)	0(0)	0,87	300
4(33)		400(-400)	0(0)	0,76	400
5(34)		500(-500)	0(0)	0,68	500
6(25)	<b>ПІВНІЧНИЙ СХІД (ПІВНІЧНИЙ ЗАХІД)</b>	100(-100)	100(100)	1,08	141
7(26)		200(-200)	200(200)	0,9	282
8(27)		300(-300)	300(300)	0,76	423
9(28)		400(-400)	400(400)	0,65	564
10(29)		500(-500)	500(500)	0,56	705
11	<b>ПІВНІЧ</b>	0	200	1,11	200
12		0	300	0,99	300
13		0	400	0,84	400
14		0	500	0,73	500
15(35)	<b>ПІВДЕННИЙ СХІД (ПІВДЕННИЙ ЗАХІД)</b>	100(-100)	-100(-100)	1,13	141
16(36)		200(-200)	-200(-200)	0,93	282
17(37)		300(-300)	-300(-300)	0,76	423
18(38)		400(-400)	-400(-400)	0,65	564
19(39)		500(-500)	-500(-500)	0,55	705
20	<b>ПІВДЕНЬ</b>	0	-100	1,23	100
21		0	-200	1,12	200
22		0	-300	0,94	300
23		0	-400	0,81	400
24		0	-500	0,7	500

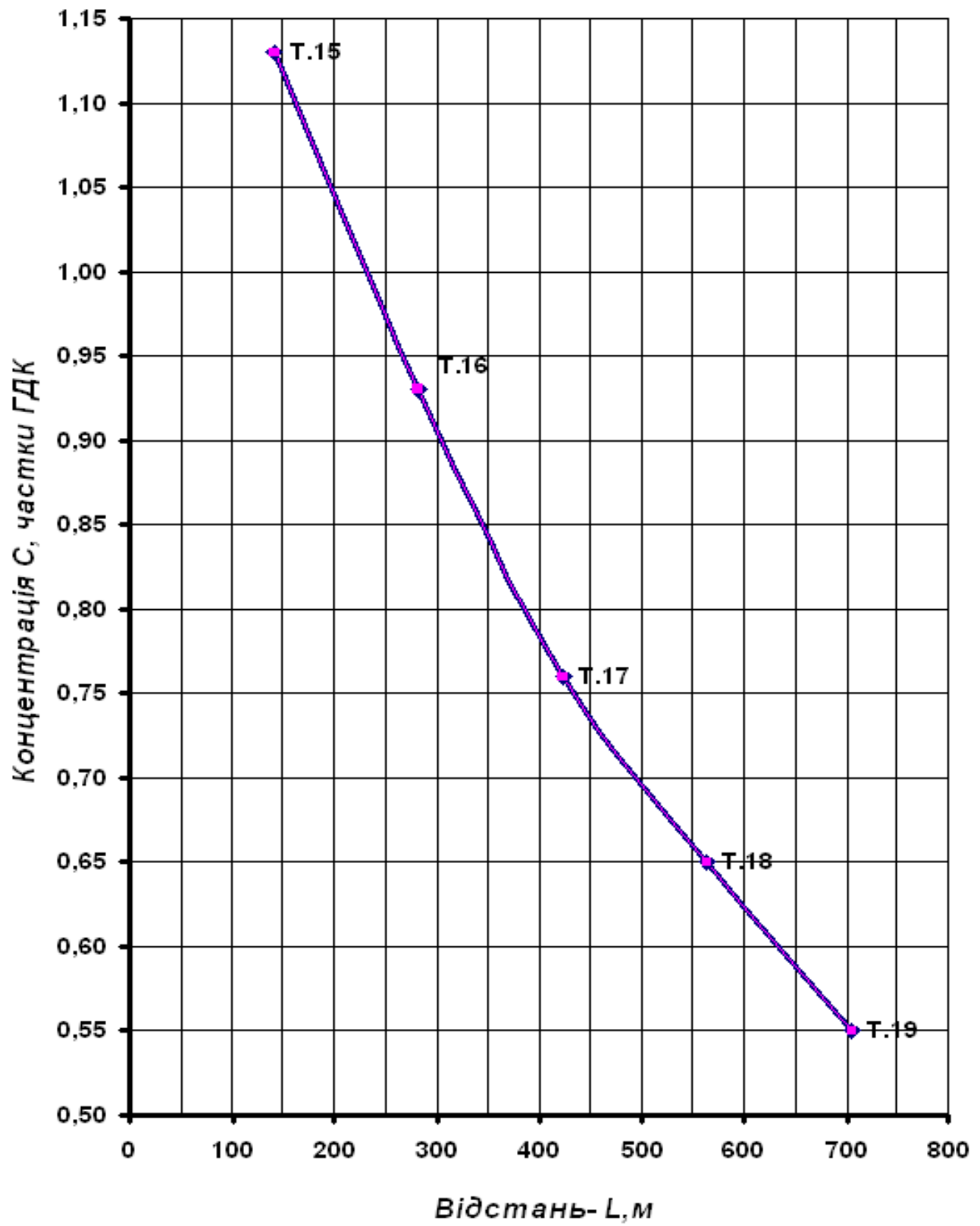
Залежність  $C=f(L)$  "Схід" ("Захід")

**Залежність  $C=f(L)$**   
**"Північний Схід" ("Північний Захід")**

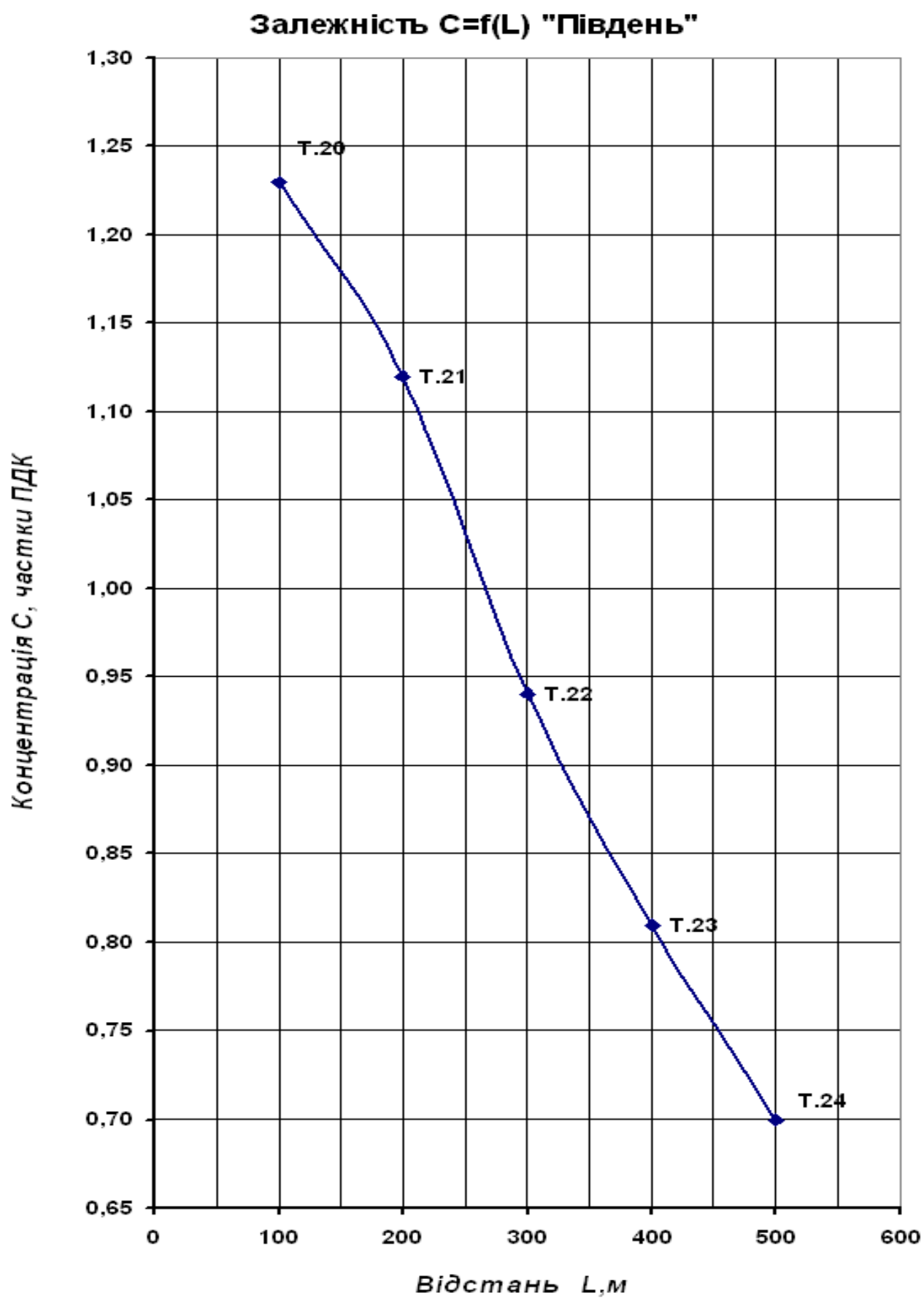


Залежність  $C=f(L)$  "Північ"

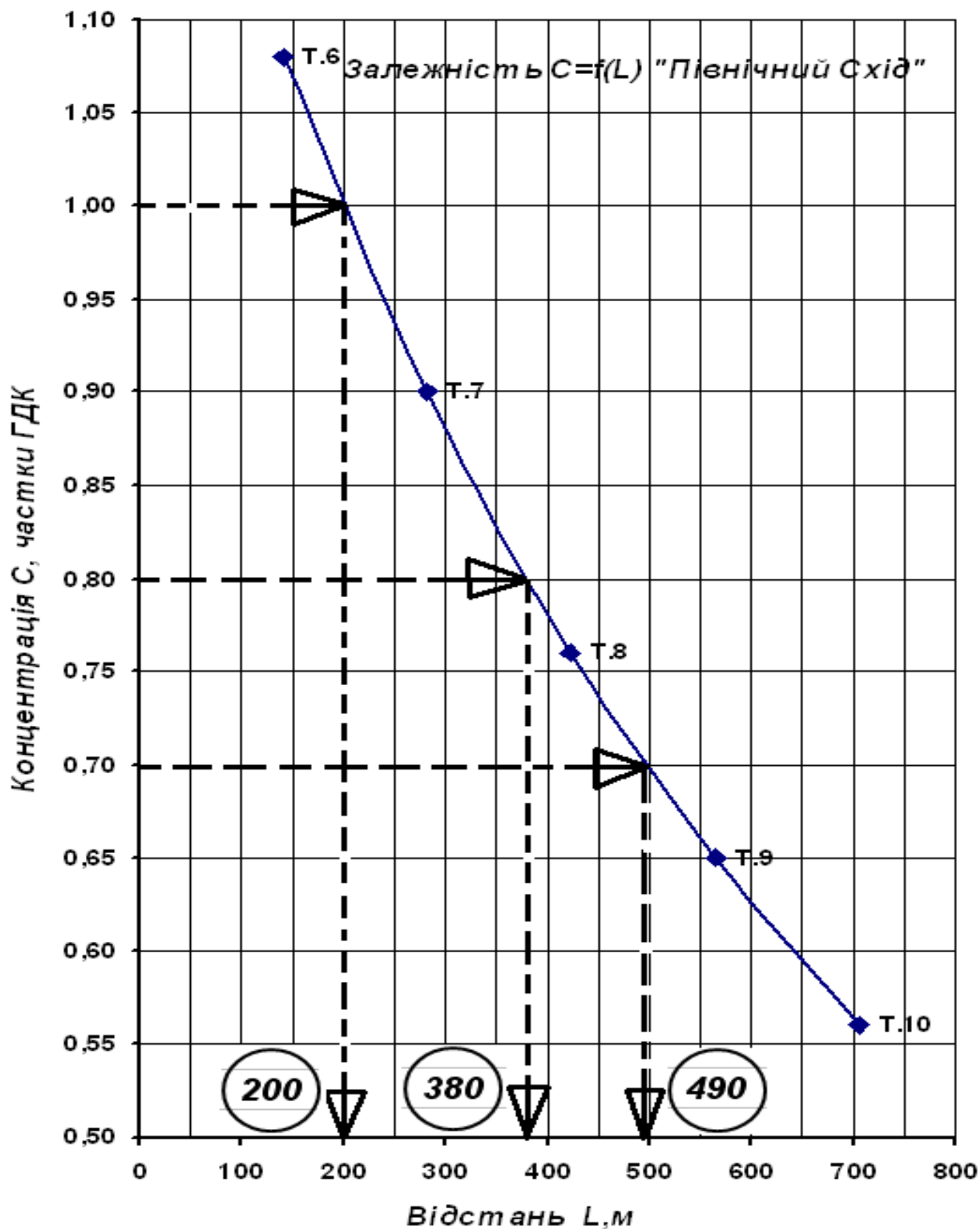
**Залежність  $C=(L)$   
"Південний Схід" ("Південний Захід")**







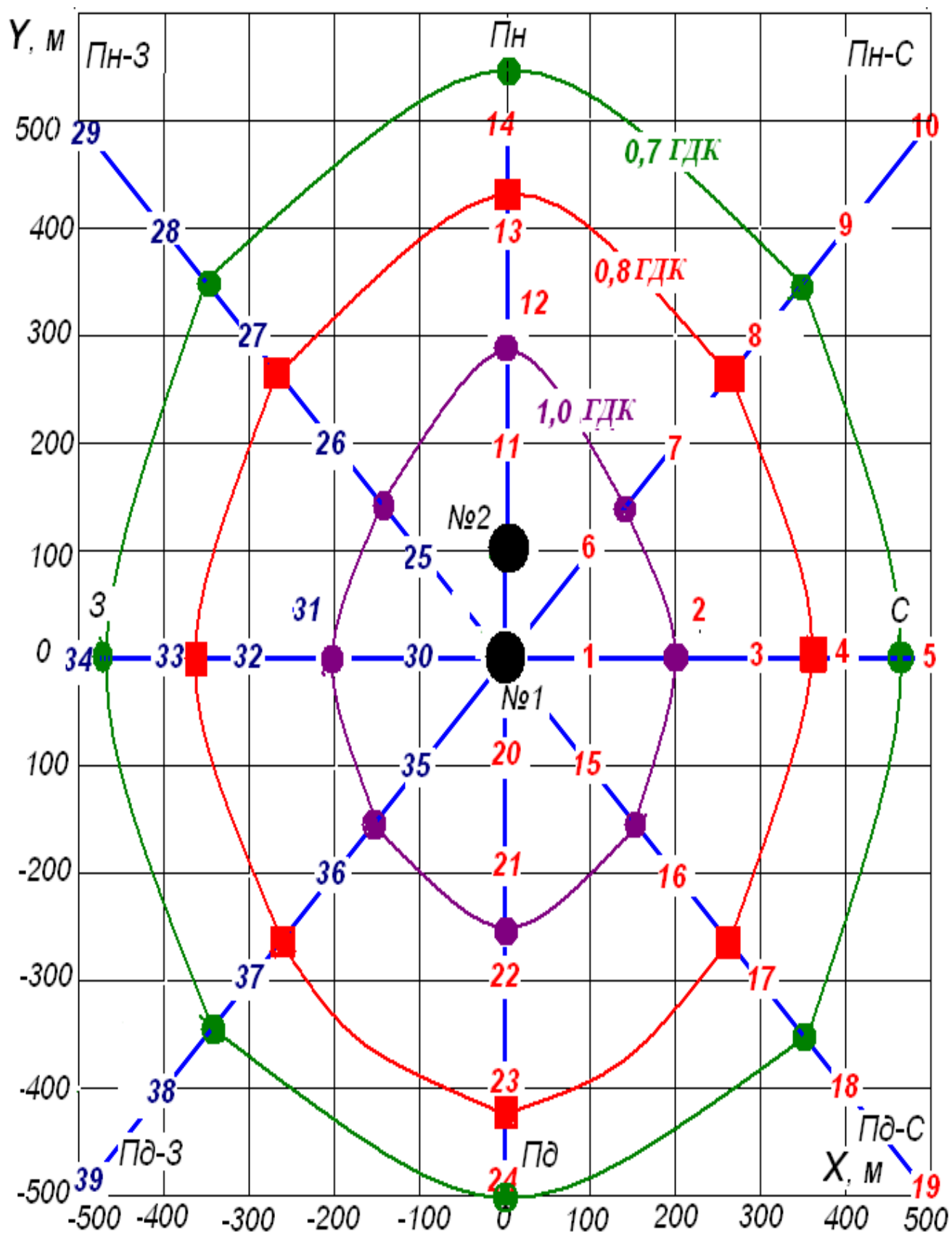
**ЗНАХОДЖЕННЯ ВІДСТАНІ  $L$  (м), ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ  
ЗАДАНИМ КОНЦЕНТРАЦІЯМ (0,7; 0,8 і 1ГДК) ДЛЯ НАПРЯМКУ  
„ПІВНІЧ-СХІД”**



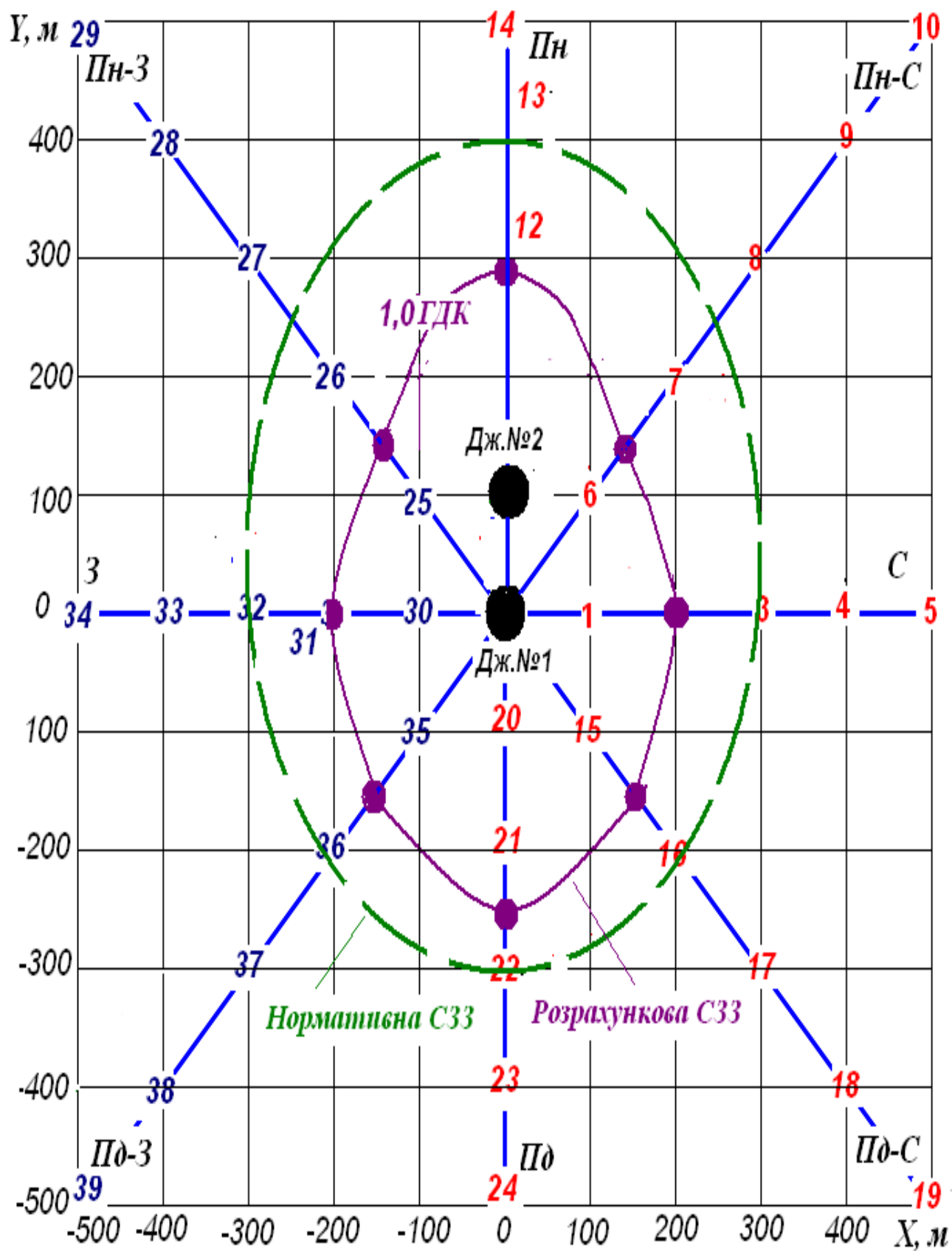
**ТОЧКИ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІЗОЛІНІЙ КОНЦЕНТРАЦІЙ**  
**0,7; 0,8 і 1,0 ГДК**

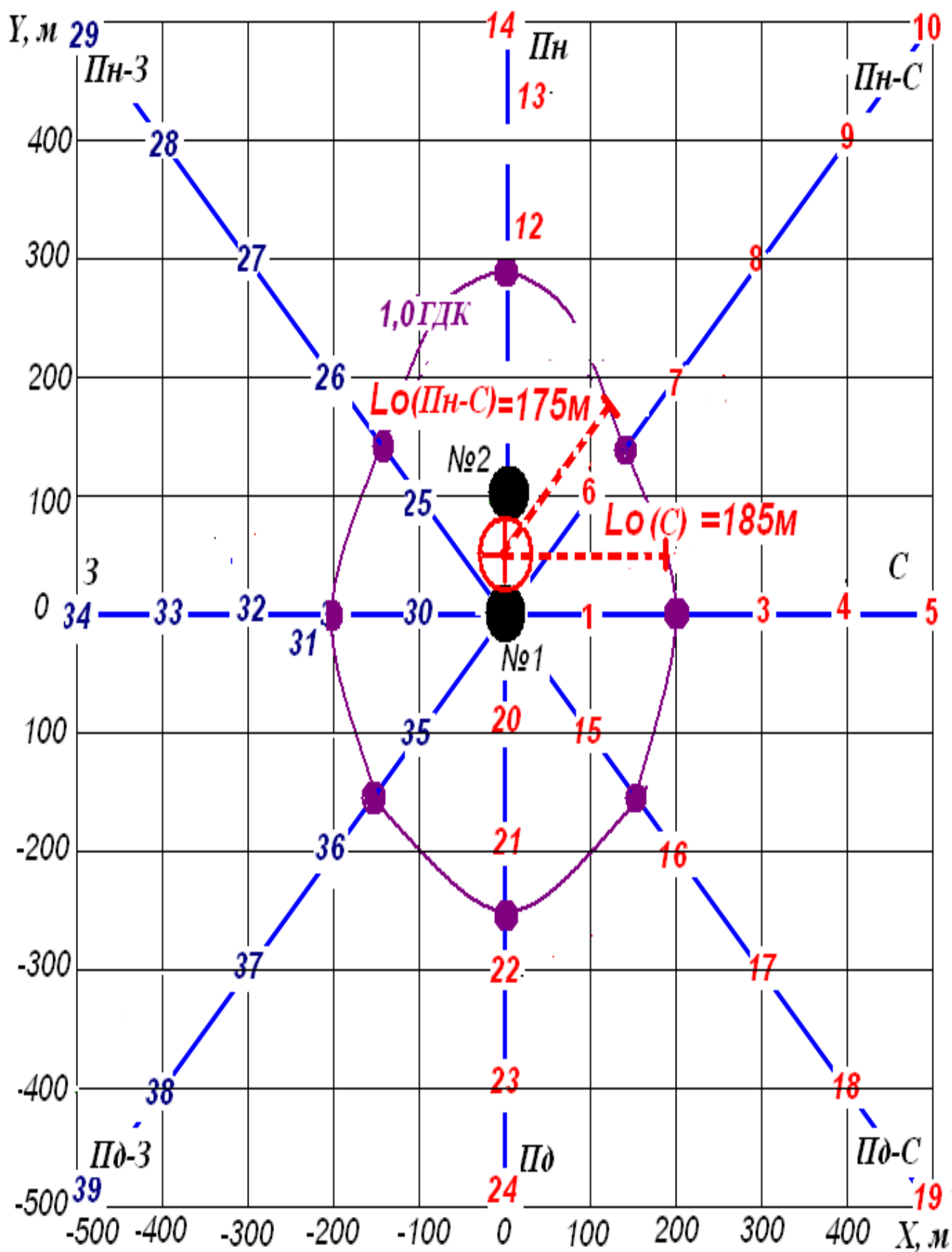
<b>РУМБ</b>	<b>ВІДСТАНЬ L<sub>c</sub>,м</b>	<b>КОНЦЕНТРАЦІЯ, ЧАСТКИ ГДК</b>
Північний Схід (Північний Захід)	490	0,7
	380	0,8
	200	1,0
Північ	530	0,7
	430	0,8
	290	1,0
Схід (Захід)	470	0,7
	360	0,8
	200	1,0
Південний Схід (Південний Захід)	490	0,7
	380	0,8
	230	1,0
Південь	500	0,7
	415	0,8
	265	1,0

## ІЗОЛІНІ ЗАДАНОГО РІВНЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ

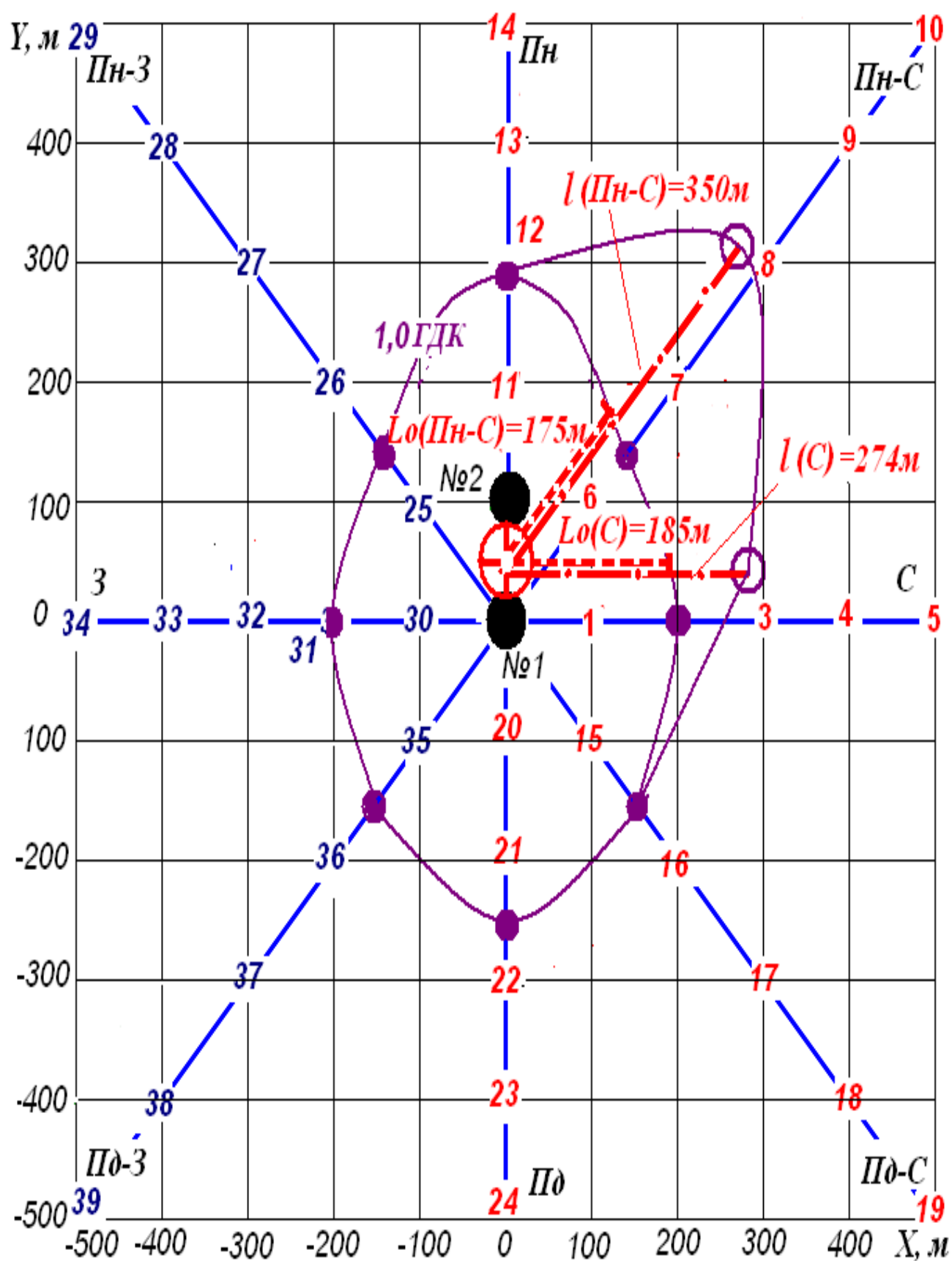


## НОРМАТИВНА І РОЗРАХУНКОВА СЗЗ

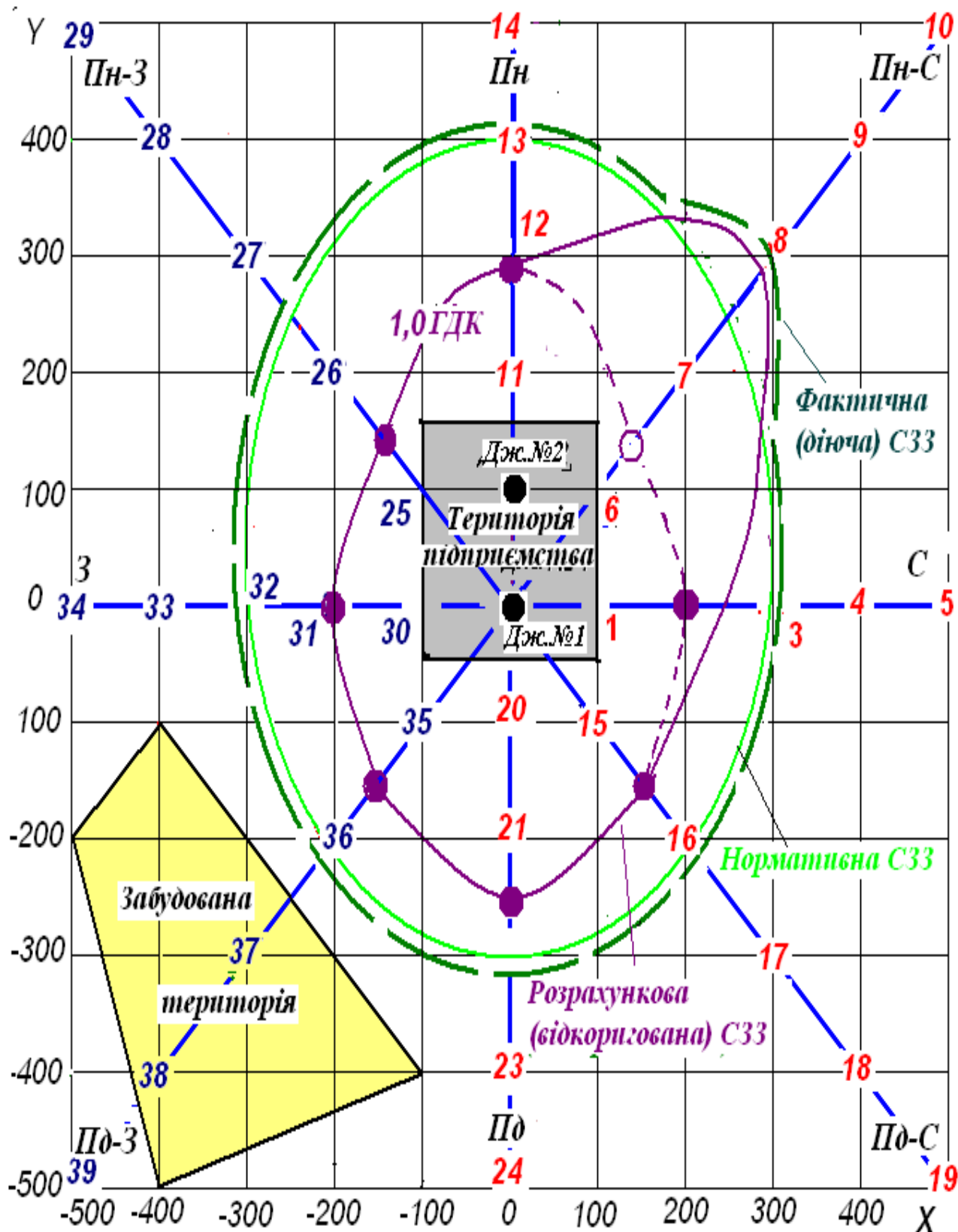


ЗНАХОДЖЕННЯ ДОВЖИНИ  $L_0$ 

## ПОБУДОВА СКОРИГОВАНОЇ РОЗРАХУНКОВОЇ СЗЗ



# КАРТА-СХЕМА ТЕРИТОРІЇ ПІДПРИЄМСТВА (ПІДСУМКОВА)





## Список літератури

1. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. Госкомгидромет. – Л.: Гидрометеиздат, – 94 с.
2. СНіП 2.01.01-82. Будівельна кліматологія і геофізика.
3. Экология города: Учебник. – К.: Лібра, 2000. – 464 с.
4. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів./ Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96 №173. К., 1996.

*Навчальне видання*

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з дисципліни

«Інженерна аероекологія міст»

до виконання курсової роботи

**РОЗРАХУНОК РОЗСІЯННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ  
РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ**

*(для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності  
7.04010601 – Екологія та охорона навколишнього середовища)*

Укладачі: **БЄКЄТОВ** Володимир Єгорович  
**ЄВТУХОВА** Галина Петрівна

Відповідальний за випуск: *Ф. В. Стольберг*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2015, поз.77М

---

Підп. до друку. 31. 03. 2015  
Друк на ризографі  
Зам. №

Формат 60 × 80/16  
Ум. друк. арк. 2,0  
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.